

Unexamined Patent Publication No. 2000-280357

Publication date: October 10, 2000

Application No. 11(1999)-86912

Filing date: March 29, 1999

Applicant: MINOLTA CO., LTD.

Inventor: Shigeaki Tochimoto; Toshio Koda

Title of Invention:

Apparatus and Method for Building Three-Dimensional Object

Claims:

1. An apparatus for building a three-dimensional object by forming and depositing a plurality of laminae corresponding to horizontal cross-sections of the three-dimensional object, each of said laminae formed by injecting a plurality of materials, wherein

said plurality of materials include a white material and a plurality of colored materials.

2. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 1, wherein

said plurality of materials are resin materials including a white resin material and a plurality of colored resin materials each colored with a different color.

3. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 2, wherein

said resin materials include a black resin material.

4. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 2 or 3, wherein

said resin materials include a yellow resin material, a cyan resin material and a magenta resin material.

5. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 1, wherein

said plurality of materials include a resin material for building the three-dimensional object and inks each having a different color, and wherein

the inks include a white ink and a plurality of colored inks.

6. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 5, wherein

the inks include a black ink.

7. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 5 or 6, wherein

the inks include a yellow ink, a cyan ink and a magenta ink.

8. A method for building a three-dimensional object by forming and depositing a plurality of laminae corresponding to horizontal cross-sections of the three-dimensional object, each of said laminae formed by injecting a plurality of predetermined materials, comprising the steps of

generating color data for each of the horizontal cross-sections, and

causing a plurality of injection nozzles, each capable of injecting one of the predetermined materials, to inject the predetermined materials according to the color data, while moving the injection nozzles and a stage on which the predetermined materials are deposited relative to each other, wherein

the predetermined materials include a white material and a plurality of colored materials.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-280357

(P2000-280357A)

(43)公開日 平成12年10月10日(2000.10.10)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テ-マ-ト(参考)

B 2 9 C 67/00

B 2 9 C 67/00

4 F 2 1 3

// B 2 9 L 9:00

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21)出願番号

特願平11-86912

(22)出願日

平成11年3月29日(1999.3.29)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 梶本 茂昭

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 棚田 寿夫

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

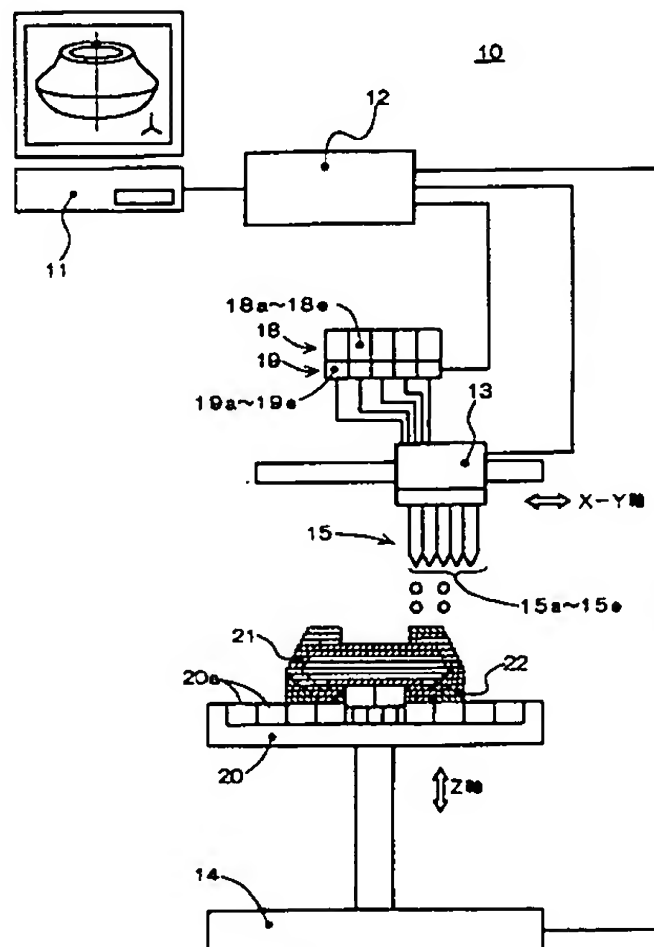
Fターム(参考) 4F213 WA25 WA97 WB01 WL02 WL22

(54)【発明の名称】 三次元造形装置および三次元造形方法

(57)【要約】

【課題】 短時間かつ低コストで三次元造形物に対する彩色を行うとともに、色の濃淡や階調を容易かつ鮮明に三次元造形物に再現すること。

【解決手段】 三次元造形装置10において、ノズルヘッド15には複数の吐出ノズル15a~15eが設けられており、このうち吐出ノズル15a~15cはY、M、Cの着色された樹脂を吐出し、吐出ノズル15dは白色(W)の樹脂を吐出する。白色(W)の樹脂を使用することにより、Y、M、Cの3色だけでは表現できない明るい色も表現することが可能になり、三次元造形物21の造形過程において彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調をも再現することが可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、複数の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、

前記複数の材料は、白色の材料と、白色以外の複数色の材料とを含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項2】 請求項1に記載の三次元造形装置において、

前記複数の材料は、白色の樹脂を含むそれぞれ異なる色成分に着色された複数の樹脂であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項3】 請求項2に記載の三次元造形装置において、

前記複数の樹脂は、黒色の樹脂を含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項4】 請求項2または請求項3に記載の三次元造形装置において、

前記複数の樹脂は、イエローに着色された樹脂とシアンに着色された樹脂とマゼンタに着色された樹脂とを含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項5】 請求項1に記載の三次元造形装置において、

前記複数の材料は、造形用の樹脂と、白色を含むそれぞれ異なる色成分で構成される複数色のインクとを含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項6】 請求項5に記載の三次元造形装置において、

前記複数色のインクは、黒色のインクを含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項7】 請求項5または請求項6に記載の三次元造形装置において、

前記複数色のインクは、イエローのインクとシアンのインクとマゼンタのインクとを含むことを特徴とする三次元造形装置。

【請求項8】 造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、所定の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、

前記各断面ごとに彩色情報を生成する工程と、

白色の材料と白色以外の複数色の材料とを含む複数の材料を個別に吐出する吐出ノズルと前記複数の材料を順次積層していくステージとを、相対的に移動させつつ、前記彩色情報に基づいて前記吐出ノズルから前記複数の材料を吐出させる工程と、を有することを特徴とする三次元造形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、三次元造形装置および三次元造形方法に関するものであって、とりわけ樹脂を液体あるいは流体状態でインクジェット方式等によって噴出し、硬化させ、これを積層することによって、目的とする三次元造形物を製造する三次元造形装置および三次元造形方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、立体的な造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面ごとに樹脂を順次積層することによって立体造形を行い、造形対象物の三次元モデルとなる造形物を生成する装置が知られている。

【0003】図23は、このような従来の三次元造形装置100を示す概略図である。この三次元造形装置100において、コンピュータ111は三次元形状の造形対象物をデータ化し、それを幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データの送り出しを行う。駆動制御部112はコンピュータ111からの断面データを取り込み、そのデータに従って、インクジェットヘッド115、XY方向駆動部113およびZ方向駆動部114を制御する。この駆動制御部112の制御により、XY方向駆動部113が作動するとともにインクジェットヘッド115より熱可塑性樹脂を小滴として吐出することにより、コンピュータ111から与えられた断面データに基づく断面形状が造形される。そしてステージ116上にて吐出された熱可塑性樹脂は放熱・冷却されて熔融状態から固体に変化して硬化する。このような動作によって一層分の断面体すなわち層体を作り出される。

【0004】その後、駆動制御部112によってZ方向駆動部114が制御され、ステージ116は一層分の厚さに相当する距離だけ降下する。そして上記と同様の動作を行うことにより一層目の上側に新たな層が積層される。このように連続的に作り出された幾層もの薄い層体が積層されて造形物117が造形される。

【0005】また、造形物117がオーバーハング形状を有する場合には、コンピュータ111において造形対象物のデータ化を行う際に必要に応じてオーバーハング支持部形状が付加される。そして駆動制御部112は、上記造形物の造形と同時に、そのオーバーハング支持部形状に基づいて造形物を造形するための熱可塑性樹脂とは熔融温度の異なる熱可塑性樹脂をインクジェットヘッド118から小滴として吐出させることによりオーバーハング支持部119を形成する。

【0006】そして、積層完了後に造形物を上記支持部用樹脂の融点より高く、上記造形物用樹脂の融点より低い温度に加熱・保温することにより、オーバーハング支持部119を形成している樹脂を熔融除去することができ、所望の三次元造形物を得ることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の三次元造形装置、あるいは射出成形機や切削加工機で

は、作成された三次元造形物は二材成形等の特殊な場合を除き、単一樹脂材料で形成されるため単一の着色状態でしかない。そのため、三次元造形物に彩色が必要な場合にはその後工程でデザイナーが模様を描いたり、色付けを行ったりしなければならず、時間と費用が必要以上にかかるという問題があった。

【0008】すなわち、複数の色を有する三次元造形物を作成する場合や任意の混合色からなる三次元造形物を作成する場合、従来の装置を使用すると短時間かつ低コストで最終的な三次元造形物の生成を行うことができず、造形後に人手に頼らざるを得なかったのである。

【0009】そこで、この発明は、短時間かつ低コストで三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することのできる三次元造形装置および三次元造形方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、複数の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、前記複数の材料が、白色の材料と、白色以外の複数色の材料とを含むことを特徴としている。

【0011】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の三次元造形装置において、前記複数の材料が、白色の樹脂を含むそれぞれ異なる色成分に着色された複数の樹脂であることを特徴としている。

【0012】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の三次元造形装置において、前記複数の樹脂は、黒色の樹脂を含むことを特徴としている。

【0013】請求項4に記載の発明は、請求項2または請求項3に記載の三次元造形装置において、前記複数の樹脂が、イエローに着色された樹脂とシアンに着色された樹脂とマゼンタに着色された樹脂とを含むことを特徴としている。

【0014】請求項5に記載の発明は、請求項1に記載の三次元造形装置において、前記複数の材料が、造形用の樹脂と、白色を含むそれぞれ異なる色成分で構成される複数色のインクとを含むことを特徴としている。

【0015】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の三次元造形装置において、前記複数色のインクが、黒色のインクを含むことを特徴としている。

【0016】請求項7に記載の発明は、請求項5または請求項6に記載の三次元造形装置において、前記複数色のインクが、イエローのインクとシアンのインクとマゼンタのインクとを含むことを特徴としている。

【0017】請求項8に記載の発明は、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、所定

の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、前記各断面ごとに彩色情報を生成する工程と、白色の材料と白色以外の複数色の材料とを含む複数の材料を個別に吐出する吐出ノズルと前記複数の材料を順次積層していくステージとを、相対的に移動させつつ、前記彩色情報に基づいて前記吐出ノズルから前記複数の材料を吐出させる工程とを有している。

10 【0018】

【発明の実施の形態】＜1. 第1の実施の形態＞この実施形態では、三次元造形物を造形するための樹脂として、白色の樹脂を含むそれぞれ異なる色成分に着色された複数の樹脂を使用することにより、造形過程において短時間かつ低コストで三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することのできる構成を示す。

20 【0019】以下、この発明の第1の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【0020】＜1-1. 三次元造形装置の全体的構成＞図1は、この実施形態における三次元造形装置10を示す概略図である。この三次元造形装置10は、コンピュータ11と駆動制御部12とXY方向駆動部13とZ方向駆動部14とノズルヘッド15とタンク部18と熔融部19とステージ20とを備えて構成される。

【0021】コンピュータ11は内部にCPUやメモリ等を備えて構成される一般的な卓上型コンピュータ等である。このコンピュータ11は三次元形状の造形対象物をデータ化し、それを幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データを駆動制御部12に対して出力する。

【0022】駆動制御部12は、XY方向駆動部13とZ方向駆動部14と熔融部19とノズルヘッド15とステージ20とをそれぞれに駆動制御する制御手段として機能する。駆動制御部12はコンピュータ11から断面データを取得すると、その断面データに基づいて上記の各部に対して駆動指令を与えることによりステージ20上に一層ごとの断面形状を積層していく。

【0023】XY方向駆動部13はノズルヘッド15をX軸およびY軸によって規定される平面内で移動させるべく設けられた駆動手段であり、駆動制御部12からの駆動指令に基づいてノズルヘッド15をその平面における駆動範囲内で任意の位置に移動させることができる。

【0024】Z方向駆動部14はステージ20上に三次元造形物の一層分の造形または数層分の造形が行われるごとにステージ20を下降させるべく設けられた駆動手段であり、駆動制御部12からの駆動指令に基づいてステージ20を鉛直なZ軸に沿って移動させる。このZ方向駆動部14が三次元造形物の造形が進むにつれてステ

50

ージ20を下降させていくことにより、ステージ20上に積層生成される三次元造形物とノズルヘッド15とが接触することを回避することができるのである。

【0025】タンク部18はそれぞれ異なる種類の熱可塑性樹脂を収容する複数のタンク18a～18eを備える。それぞれのタンク18a～18eには、常温で固体状態であり、スティックのような塊状、ペレット状、あるいは粉末状の熱可塑性樹脂が収容される。また、溶融部19にはタンク部18に設けられたタンク18a～18eのそれぞれに個別に温度調整が可能な溶融ヒータ19a～19eが設けられている。したがって、タンク18a～18eのそれぞれに収容される熱可塑性樹脂はそれぞれのタンク下方に設けられた溶融ヒータ19a～19eによって加熱・溶融されるのである。

【0026】ノズルヘッド15はXY方向駆動部13の下部に固定されており、XY方向駆動部13とともに一体となってXY平面内で移動自在となっている。また、ノズルヘッド15はタンク部18のタンク数と同数の吐出ノズル15a～15eを備えており、各タンク18a～18eにおいて溶融された熱可塑性樹脂は対応して設けられた各吐出ノズル15a～15eに加熱保温状態で供給される。各吐出ノズル15a～15eは溶融された熱可塑性樹脂を例えばインクジェット方式等で微小な液滴として吐出（噴出）するノズルである。各吐出ノズル15a～15eによる熱可塑性樹脂の吐出は駆動制御部12によって個別に制御されており、各吐出ノズル15a～15eから吐出される熱可塑性樹脂はノズルヘッド15に対向する位置に設けられているステージ20上に付着する。なお、吐出ノズル15eはオーバーハング形状を支持する支持部用となる樹脂を吐出する支持部用ノズルである。

【0027】ステージ20は三次元造形物を生成するための基盤として機能し、各吐出ノズル15a～15eから吐出された熱可塑性樹脂はステージ20上にて放熱・冷却されて溶融状態から固体に変化して硬化する。

【0028】なお、ステージ20の上面側すなわち造形面側には複数の小領域に分割されるとともに各小領域には分割ステージ20aが配置されている。これらの各分割ステージ20aは駆動制御部12の制御指令によって独立した昇降動作を行う。

【0029】この実施の形態では、複数の色を有する三次元造形物や任意の混合色からなる三次元造形物を作成するために、三次元造形物に対する着色剤としてそれぞれ異なる色成分に着色された複数の樹脂を使用する。また、三次元造形物において彩色が必要のない部分にまで着色用樹脂を使用して造形を行うことは、効率的な造形を妨げることになるため、そのような部分については白色の造形用樹脂を使用する。

【0030】このため、上記のタンク部18の各タンク18a～18eのうち、タンク18a～18cには三次

元造形物に対して彩色を行うためにそれぞれ異なる色成分に着色された着色用の樹脂が収容されており、タンク18dには主として彩色の必要のない部分を造形するためのW（白色）の造形用の樹脂が収容されている。なお、造形用樹脂としては自然の状態で白色のものを使用してもよいし、白色に着色された樹脂を使用してもよい。

【0031】また、タンク18a～18cにはそれぞれY（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）に着色された樹脂（着色用樹脂）が収容されており、タンク18eには支持部用樹脂が収容されている。なお、支持部用樹脂以外の樹脂はそれぞれ同一の樹脂材料であってもよいし、異なる樹脂材料であってもよい。

【0032】また、この実施の形態では積層造形に用いる樹脂の一例として上記のように熱可塑性樹脂を利用する。室温では固体であり、かつ融点が低く、溶融粘度の低い樹脂が造形容易であり、例えば高分子量のポリスチレン、ポリカプロラクトンなどが挙げられる。

【0033】また、熱可塑性樹脂以外にも光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂を利用することも可能であるが、その場合には、上述した溶融部19は不必要となる反面、ステージ20上に付着した樹脂を硬化させるためのエネルギー線照射装置が必要となる。

【0034】オーバーハング支持部22を形成するための支持部用樹脂としては、三次元造形物を構成する造形用および着色用の樹脂よりも融点の低い熱可塑性樹脂を用いる。例えばワックス系の樹脂、アジペート系エステルなどがある。そのような支持部用樹脂を使用することによって、オーバーハング支持部22を含む積層完了後の造形物の温度を支持部用樹脂の融点以上であり、かつ、造形用および着色用樹脂の融点以下である温度下におくことで、支持部用樹脂のみを溶融・除去することで所望の三次元造形物の完成品を得ることができるのである。

【0035】＜1-2. 三次元造形装置10における動作＞次に、この三次元造形装置10における動作について説明する。図2はこの実施形態における三次元造形装置10の動作の一例を示すフローチャートである。

【0036】まず、コンピュータ11が、三次元形状であり表面にカラー模様等が施された造形対象物がモデルデータとしてデータ化される（ステップS1）。造形するためのものとなる造形対象物のデータには一般の三次元CADモデリングソフトウェアで作成されるカラー三次元モデルデータを使用することができる。また、三次元形状入力装置で計測された形状データおよびテクスチャを利用することも可能である。

【0037】このようにして得られるモデルデータにおいて色情報は三次元モデルの表面にのみ付与されている場合と、三次元モデルの内部まで付与されている場合とがある。後者の場合でも造形に際してモデル表面の色情

報のみを使用することも可能であるし、モデル内部の色情報も使用することも可能である。

【0038】また、このデータ化を行うとき、造形対象物がオーバーハング形状を有する場合にはオーバーハング支持部形状が付加される。

【0039】そして、そのモデルデータから造形対象物をスライスした各断面ごとの断面データを生成する（ステップS2）。モデルデータから積層する樹脂の一層分の厚みに相当する厚さピッチでスライスされた断面体を切り出し、断面形状および彩色領域のデータを作成す

る。

【0040】図3はステップS2で生成される断面データの一例を示す図である。図3に示すように、モデルデータからある断面体を切り出し、格子状に細分化し、各ボクセルごとに色情報を持たせた断面データを得ることができる。つまり、この断面データでは二次元画像のビットマップと同様の形態で色情報を持つことができるのである。

【0041】なお、この断面データにはオーバーハング形状を有する場合には、そのオーバーハング形状を支持するために造形する支持部情報も含まれている。そして、コンピュータ11で生成された断面データは駆動制御部12に送られる。

【0042】ステップS3においては造形対象物を造形する際の積層厚さ（例えば、三次元造形物の高さ寸法等）に関する情報がコンピュータ11から駆動制御部12に入力される。

【0043】次のステップS4以降については駆動制御部12が各部を制御することによって行われる動作である。ステップS4ではステージ20を一層目の断面形状（すなわち、最初の層体）を吐出造形するために適した位置に上昇させる。これにより、ステージ20とノズルヘッド15との位置関係は所定の位置関係となり、ノズルヘッド15の各吐出ノズル15a～15eから吐出される樹脂はステージ20上の適切な位置に付着するのである。

【0044】そしてステージ20の移動が終了するとステップS5に進み、駆動制御部12の内部に設けられた図示しないデータ変換手段で断面データに対して階調変換等のデータ変換が行われ、各吐出ノズル15a～15eから吐出される液滴サイズに適した層形状や彩色等に関する情報が生成される。

【0045】ステップS6では上記のデータ変換によって生成された層形状、彩色情報に従って駆動制御部12がXY方向駆動部13に駆動指令を与えることによりノズルヘッド15を所定方向に移動させるとともに、その移動に伴って各吐出ノズル15a～15eからの樹脂の吐出を適宜に行わせる。

【0046】そして、三次元造形物の彩色部分について樹脂の吐出を行う際には造形対象物から導かれた彩色情

報に基づいてY、M、C、Wの樹脂を吐出することにより、三次元造形物の造形過程におけるカラー造形を行う。一方、三次元造形物において彩色を施す必要のない部分について樹脂の吐出を行う際には造形用として使用されるWの樹脂を吐出することにより、三次元造形物の造形を行う。

【0047】また、オーバーハング形状を有する場合にはオーバーハング部を支持するオーバーハング支持部22を造形するために支持部用樹脂を吐出する。

【0048】ステージ20上に付着する樹脂は自然放熱又はステージ20の内部側に設けられた図示しない冷却手段によって冷却されて熔融状態から固体に変化して硬化する。

【0049】このようにしてステップS6において三次元造形物の一層分の断面体である層体の造形が行われるのである。

【0050】そして、一層分の造形が終了するとステップS7に進んで、駆動制御部12が三次元造形物の造形が完了したかどうかを判断し、「NO」と判断された場合はさらに次の層の造形を行うべくステップS4に戻り、「YES」と判断された場合は造形動作は終了する。

【0051】なお、ステップS4に戻った場合は、ステージ20を造形された一層の高さ寸法分だけ下降させ、次の層の造形時においてノズルヘッド15とステージ20上に積層されていく造形物との位置関係を適切な位置関係に修正する。

【0052】そして上記の動作を繰り返すことにより、一層目の上側に二層目の新たな層体が積層されるのである。このような動作を断面体の数の分だけ繰り返すことにより、ステージ20上に一層ごとのカラー化された層体が順次積層されていき最終的に造形対象物の三次元造形物21がステージ20上に造形されるのである。そして造形される三次元造形物21には彩色が施されたものとなる。

【0053】このようにして得られる三次元造形物21を図4に示す。図4(a)は三次元造形物21の断面を示したものであり、図4(b)は(a)におけるA部分を拡大表示したものである。図4(b)において、三次元造形物21の表面側付近21aには斜線領域で示すようにY、M、Cの樹脂によって彩色が施されるとともに、内部側21bはWの樹脂によって造形が行われている。つまり、図4(b)における彩色部分は、着色用ノズルである吐出ノズル15a～15cから着色された樹脂が吐出されて形成されたものであり、彩色部分でない内部側部分は、造形用ノズルである吐出ノズル15dから造形用樹脂が吐出されて形成されたものである。

【0054】したがって、この実施の形態における三次元造形装置10のような構成とすることにより、三次元造形物の造形過程において彩色を施すことができ、人手

に頼ることなく短時間で低コストかつ容易にカラー造形を行うことができるのである。また、白色の樹脂を使用することにより、Y、M、Cの3色のみでは表現できない明るい色等も表現することが可能になり、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することができる。

【0055】なお、図4(b)において、彩色が施される領域が三次元造形物21の表面だけでなく、若干内部側領域まで及んでいるのは、厳密に表面だけを彩色することはノズルヘッド15の移動量と各樹脂の吐出タイミングとに対する高精度な制御が必要であるため、断面データにおいて彩色情報を所定幅だけ内部側までオフセットさせているからである。また、図4(b)のように彩色領域を所定幅分だけ内部側に形成することにより、その後三次元造形物21の表面に傷等が生じた場合であっても内部用樹脂の白色が露呈することを防止することができるのである。その一方で、表面だけに彩色領域を造形するように高精度な制御を行えば、彩色用の樹脂の使用量を減少させることができるのである。

【0056】三次元造形物21がオーバーハング形状を有する場合には、図2に示すフローチャートが終了したときにはオーバーハング支持部22が一体となって造形されている。このため、造形完了後、三次元造形物を支持部用樹脂の融点よりも高く、かつ、他の樹脂の融点よりも低い温度下に置くことでオーバーハング支持部22のみを溶融させて取り除く。このように支持部用樹脂を使用することによって造形対象物が複雑な形状であってもその三次元造形物を生成することができるのである。

【0057】以上、この実施形態における三次元造形装置10の概略構成とその動作について説明したが、コンピュータ11にCAD/CAM/CAEのシステムを導入すれば、造形の際のスピードアップ化とデザインの質的向上をおしすすめることも可能である。

【0058】＜1-3. 彩色について＞次に、この実施形態における造形過程での彩色について説明する。この実施形態では、三次元造形物21の彩色部分にY、M、Cの3原色に着色された複数の樹脂を積層していくことにより、三次元造形物21の造形過程での彩色を行っている。

【0059】着色用としての吐出ノズル15a～15cのそれぞれからは減色混合によって異なる色成分を表現することができるY、M、Cの各色成分に着色された樹脂が吐出される一方、造形用としての吐出ノズル15dからは白色の樹脂が吐出される。

【0060】このように吐出ノズル15dから吐出される三次元造形物21の造形用として白色の樹脂を使用することにより、各吐出ノズル15a～15dから吐出される微小な樹脂の液滴の集合によって混色あるいは色の階調を表現することができる。

【0061】一般に、彩色を行うためにはY、M、Cの

三原色を混色すればよいが、色の濃淡を表現するためには三原色に加えて白色に着色された樹脂を吐出して混色することが有効となる。一般のプリンタ等では白色の紙にインク、トナー等で字、画像をプリントしていくため、基材となる紙の白色を利用すれば白色インクは必要ではなく、Y、M、Cの三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができる。しかしながら、三次元造形のように基材となるものが存在しない場合には白色の樹脂を使用することが特に有益となるのである。

【0062】つまり、Y、M、Cの各色成分を混合することによって暗い色を表現することができることができるが、白色は表現することはできないため、造形用として白色の樹脂を準備し、この白色の樹脂を彩色の際にも使用すれば、三次元造形物21に対して色の濃淡や階調を容易かつ鮮明に再現することが可能になる。

【0063】このようにして三次元造形物21に彩色を施す際の濃淡を表示する場合の樹脂の吐出形態の一例について説明する。

【0064】図5は、シアンについての階調表現の一例を示す図である。駆動制御部12において所定の階調変換が行われると、断面データに含まれる多値の階調データは一定領域を有する2値データに変換される。この2値データは各吐出ノズル15a～15eをON/OFF制御するための情報となる。

【0065】図5にはこの一定領域を示しており、この彩色のための一定領域内への各色成分の樹脂の吐出パターンを変化させることにより、階調表現や混合色表現を行うことが可能になる。淡いシアンを表示する場合には一定領域にシアンを1滴吐出し、他の領域にはホワイトを吐出する。また、濃いシアンを表示する場合には一定領域の全体にシアンを4滴吐出する。このように一定領域に対するシアンの樹脂とホワイトの樹脂との吐出割合を変化させることにより、淡いシアンから濃いシアンへの階調変化を適切に表現することが可能になる。

【0066】なお、図5の例では説明の都合上、階調変換によって生じる彩色のための一定領域を4個の吐出領域で示しているが、これに限定するものではない。例えば、断面データにおいて256階調を有している場合であってもその階調を低下させずにON/OFF制御のための2値データに変換する場合、一定領域内には256個の吐出領域が定められる。

【0067】次に、図6は淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。図6の左端は淡いシアンを表現する際のCとWとの吐出パターンであり、右端は淡いイエローを表現する際のYとWとの吐出パターンである。淡いシアンからシアンとイエローとの混合色を経て淡いイエローへと変化させる際には図6に示すように一定領域内へのCとYとWとを吐出する割合をしだいに変化させていくことによってそのような色の

変化を表現することが可能になる。

【0068】また、図7には上記の彩色のための一定領域が複数個集合したものを示している。図7(a)はCとWとの吐出パターンを示しており、図7(b)は

(a)の吐出パターンによって表現される彩色形態を具体的に示している。図7に示すように駆動制御部12が吐出パターンを制御することによって三次元造形物21の造形過程における彩色を行うことが可能になる。

【0069】ところで、隣接する複数の一定領域において同一の階調を表示しようとする場合、吐出パターンが同一であるとそのパターンの規則的配置によって造形対象物にはない模様が三次元造形物21上に現れる場合がある。このような事態を回避するために同一の階調を表示する場合であっても吐出パターンを変化させることが好ましい。図8は吐出パターンを変化させる例を示す図であり、(a)は1滴のシアンに対して3滴のホワイト、(b)は2滴のシアンに対して2滴のホワイト、

(c)は3滴のシアンに対して1滴のホワイトをそれぞれ吐出する例を示している。同じ階調が隣接する場合には駆動制御部12が吐出パターン決定手段として機能し、各吐出ノズル15a~15dからの吐出パターンをシアンが1滴の場合は図8(a)に示すように、またシアンが2滴の場合は図8(b)に示すように、さらにシアンが3滴の場合は図8(c)に示すようにそれぞれ変化させることにより、造形対象物にはない模様が三次元造形物21上に現れることを回避することができる。ここで、図8(a)、(b)、(c)の各図においていずれの吐出パターンを選択するかはランダムに決定してもよいし、規則的に決定してもよい。

【0070】このようにこの実施形態では、三次元造形物21の着色部分を造形する際に着色用としてY、M、Cに着色された樹脂に加えて、造形用として準備されたW(白色)の樹脂を使用するとともに、彩色部分以外の部分を造形する際には造形用としてのW(白色)の樹脂のみを使用することにより、造形過程において造形対象物に対応した彩色を施していくことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することができる。

【0071】なお、吐出ノズル15a~15cから吐出される着色された樹脂はそれぞれ他の色成分(例えば、R(赤)、G(緑)、B(青)等)に着色されていてもよいが、Y、M、Cの三原色に着色された樹脂を使用してこれらを混合することにより、三次元造形物21に中間色等の全ての色成分の彩色することができるという効果がある。

【0072】さらに、三次元造形物21の表面側に黒色を再現する場合には、Y、M、Cの三色を吐出することで黒色を表現することができるが、鮮明な黒色を再現するために別途黒色に着色された樹脂を吐出するための吐出ノズルを設けてもよい。

【0073】<1-4. ノズルヘッドの構成>次に、上記の三次元造形装置10におけるノズルヘッド15の構成例について説明する。

【0074】ノズルヘッド15における各吐出ノズル15a~15eはそれぞれに圧電アクチュエータ等の圧力発生手段が設けられており、当該圧力発生手段によってノズル内部に供給される熔融状態の樹脂に対して一定の圧力が付与されてノズル先端部から液滴状の樹脂が吐出されるように構成されている。

【0075】このような構成にすることにより、駆動制御部12が各吐出ノズル15a~15eの圧力発生手段を独立に駆動制御することが可能になり、それによって各色に着色された樹脂やその他の樹脂の吐出を個別に制御することができるのである。

【0076】また、このようにノズルヘッド15に設けられる各吐出ノズル15a~15eが個別に制御可能であることから、ノズルヘッド15の構成例についてもいくつかの実施例が考えられる。

【0077】まず第1に、上記のように個別に制御可能なノズルヘッド15では、図1に示すような複数の吐出ノズル15a~15eが直線状に配置されたノズルユニットをさらに複数個並設することが考えられる。

【0078】図9は、三次元造形物に彩色を施すためのノズルヘッド15の構成の一例を示す図であり、図9

(a)は三原色に着色された着色用樹脂と白色の造形用樹脂と支持部用樹脂との5種類の樹脂を個別に吐出する構成例を示しており、(b)はさらに黒色の樹脂を吐出する構成例を示している。図9において、Yはイエローの樹脂、Mはマゼンタの樹脂、Cはシアンの樹脂、Wはホワイトの樹脂、Sは支持部用樹脂、Kは黒色の樹脂をそれぞれ吐出するための吐出ノズルである。

【0079】図9に示すように、複数の吐出ノズル15a~15e(又は15a~15f)が直線状に配置されたものを1つのノズルユニット17として構成し、このノズルユニット17を複数個並設することによって複数の吐出ノズルをマトリクス状に配置することで、効率よく、かつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。例えば、ノズルヘッド15をX方向に移動させると、ノズルヘッド15のY方向の幅を1走査分として同時に造形することができるため、効率よく造形を行うことができ、造形時間の短縮化を図ることが可能になる。

【0080】図9において、複数の吐出ノズルの軸(すなわち吐出方向)はそれぞれ平行になるように配置されており、ノズルヘッド15のX方向またはY方向への移動タイミングに合わせて駆動制御部12が時系列的に各樹脂を吐出させることで一定領域内において複数色の樹脂を混色することができるのである。

【0081】また第2に、上記のように個別に制御可能なノズルヘッド15では、支持部用樹脂以外の樹脂を吐出する吐出ノズル15a~15d、15fのうち、Y、

M、C（さらにはK）に着色された樹脂を吐出する着色用の吐出ノズル15a～15c、15fを造形用として設けられた白色の樹脂を吐出する造形用の吐出ノズル15dの周囲に配置することも考えられる。

【0082】図10はこのような配置構成の概念を示す図であり、(a)は側方からみた概念図であり、(b)は上方からみた概念図である。図10(b)に示すように吐出ノズル15a～15c、15fは造形用の樹脂である白色の樹脂の吐出ノズル15dの周囲に配置されており、図10(a)に示すように複数の吐出ノズル15a～15fの各軸（吐出方向）を彩色のための一定領域内で交差するように配置することで、彩色のための一定領域内に対しては同時に各色の樹脂を吐出することができる。このような吐出ノズル15a～15fを1つのノズルユニット17としたときに、このノズルユニット17を図11に示すように複数個配置することで、効率よくかつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。なお、図11(a)は図10のノズルユニット17をY方向に直線状に配置したノズルヘッド15の例を示しており、図11(b)はXY平面内に配置したノズルヘッド15の例を示している。図11(a)の構成のノズルヘッド15をX方向に走査することで造形の隙間が生じる場合には、図11(b)の構成を採用すればよい。

【0083】＜1-5. ステージ20について＞ステージ20の造形面側は格子状に分割されており、その各々は独立に昇降可能な分割ステージ20aとして構成されている。これら各分割ステージ20aは駆動制御部12によって昇降動作の制御が行われる。例えば各分割ステージ20aごとにステッピングモータを配置し、駆動制御部12がステッピングモータを駆動制御することにより、分割ステージ20aを個別に昇降させる。

【0084】図12に示すように裏面が凹形状のレリーフ等の造形を行う場合、各層ごとの造形が行われる度に各分割ステージ20aを個別に昇降制御することで三次元造形物21の裏面側に凹形状を有する造形を行うことが可能になる。すなわち、まず、図12(a)に示すように凹形状に対応する領域の分割ステージ20aをノズルヘッド15と干渉しない程度まで上昇させ、この状態で凹形状以外の造形を行う領域にノズルヘッド15より樹脂を吐出していく。そして、造形が進み、ステージ20が下降するのに伴って、凹形状に対応する領域の分割ステージ20aをノズルヘッド15に干渉しない程度に上昇させていく（図12(b)）。そして造形が完了すると、三次元造形物21の裏面側には所定の凹形状が形成される（図12(c)、(d)）。このような分割ステージ20aの構成を採用することで、三次元造形物21の裏面側に所望の凹形状を形成することができるとともに、裏面側において使用される造形用の樹脂の使用量を低減することができ、造形速度の高速化を図ることが可能になる。この結果、三次元造形物21の制作コスト

を低減し、効率的な造形を行うことができるのである。また、このような分割ステージ20aをオーバーハング形状の支持部において昇降動作させることで支持部用樹脂の使用量の低減を行うことも可能である。

【0085】なお、このようにステージ20の各分割ステージ20aを個別に昇降させて三次元造形物21の裏面側に凹形状を形成する場合には、図13に示すように造形用の断面データ生成時において各分割ステージ20aによる昇降動作を考慮して造形部分から造形不要部分を除去したデータを生成しておくことは言うまでもない。

【0086】＜2. 第2の実施の形態＞この実施形態では、三次元造形物を造形するための材料として樹脂を使用するとともに、樹脂による造形過程において彩色を施していくための着色材料として複数色のインクを使用する例を示す。そして、造形用の樹脂または着色用のインクのいずれか一方に白色の色成分を有する材料を用いることで、造形過程において短時間かつ低コストで三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することのできる構成を示す。

【0087】以下、この発明の第2の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【0088】＜2-1. 三次元造形装置の全体的構成＞図14は、この実施形態における三次元造形装置30を示す概略図である。なお、図14において上記第1の実施の形態で説明した各部材と同一の作用効果を奏する部材については同一符号を付している。

【0089】この三次元造形装置30は、第1の実施形態と同様に、コンピュータ11と駆動制御部12とXY方向駆動部13とZ方向駆動部14とノズルヘッド35とタンク部38と熔融部39とステージ20とを備えて構成される。

【0090】コンピュータ11と駆動制御部12とXY方向駆動部13とZ方向駆動部14とステージ20とは上記第1の実施の形態と同一の作用効果を示すものであるため、ここではその説明を省略する。

【0091】この実施形態において第1の実施の形態と異なるものは、ノズルヘッド35とタンク部38と熔融部39とである。

【0092】タンク部38は造形用と支持部用との融点の異なる熱可塑性樹脂をそれぞれに収容する2つのタンク38a、38bと、異なる色成分のインクをそれぞれに収容する複数のタンク40a～40dとを備える。また、熔融部39には熱可塑性樹脂を収容するタンク38a、38bのそれぞれに対応して2つの熔融ヒータ39a、39bが設けられている。このため、タンク38a、38bのそれぞれに収容される熱可塑性樹脂はそれぞれのタンク下方に設けられた熔融ヒータ39a、39bによって加熱・熔融される。一方、複数のタンク40

a ~ 4 0 d に收容されるそれぞれのインクは常温で液体であるため溶融ヒータ等を設ける必要はない。

【0093】ノズルヘッド35はXY方向駆動部13の下部に固定されており、XY方向駆動部13とともに一体となってXY平面内で移動自在となっている。また、ノズルヘッド35はタンク部38のタンク数と同数の吐出ノズル35a ~ 35d、36a、36bを備えており、タンク38a、38bにおいて溶融された熱可塑性樹脂は対応して設けられた各吐出ノズル36a、36bに加熱保温状態で供給されるとともに、タンク40a ~ 40dに收容されている各色ごとのインクはそれぞれに対応する吐出ノズル35a ~ 35dに供給される。各吐出ノズル35a ~ 35d、36a、36bはインクまたは樹脂を例えばインクジェット方式等で微小な液滴として吐出（噴出）するノズルである。各吐出ノズルによるインクまたは樹脂の吐出は駆動制御部12によって個別に制御されており、各吐出ノズルから吐出されるインクまたは樹脂はノズルヘッド35に対向する位置に設けられているステージ20上に付着する。なお、吐出ノズル35a ~ 35dは三次元造形物42に対する着色用として準備されたそれぞれ異なる色のインクを吐出する着色用ノズルであり、吐出ノズル36aは造形用となる樹脂を吐出する造形用ノズルである。また、吐出ノズル36bは支持部用となる樹脂を吐出する支持部用ノズルである。

【0094】この実施の形態では、複数の色を有する三次元造形物や任意の混合色からなる三次元造形物を作成するために、三次元造形物42の造形時において樹脂を吐出するとともに、三次元造形物42に対して彩色が必要な部分には造形用樹脂に加えて異なる色成分のインクを吐出する。つまり、この実施の形態では、三次元造形物に対する着色剤としてそれぞれ異なる色成分のインクを使用する。また、三次元造形物の造形用樹脂は特に着色の必要性がないため、無彩色または無着色の樹脂を使用する。

【0095】このため、タンク40a ~ 40dにはそれぞれY（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）、W（ホワイト）のインクが收容されている一方、タンク38aには三次元造形物42の造形に使用する無彩色または無着色の樹脂が收容されている。なお、無彩色または無着色の樹脂としては自然色のものを使用してもよいし、白色あるいは淡い色に着色されている樹脂を使用してもよい。また、タンク38bには支持部用樹脂が收容されている。

【0096】なお、ステージ20の造形面側は格子状に分割されており、その各々は独立に昇降可能な分割ステージ20aとして構成されている点については第1の実施の形態と同様である。

【0097】＜2-2. 三次元造形装置30における動作＞次に、この三次元造形装置30における動作につい

て説明する。図15はこの実施形態における三次元造形装置30の動作の一例を示すフローチャートである。この図15のフローチャートは、ほぼ図2のフローチャートと同様であり、異なる処理はステップS60である。

【0098】まず、ステップS1において造形対象物のデータ化が行われ、続いてステップS2において造形対象物がスライスされた各断面ごとの断面データが生成される。そしてステップS3において造形対象物を造形する際の積層厚さに関する情報がコンピュータ11から駆動制御部12に入力される。

【0099】そして、ステップS4においてステージ20を所定位置に移動させ、ステップS5においてデータ変換手段でのデータ変換が行われて各吐出ノズルから吐出される液滴サイズに適した層形状や彩色等に関する情報が生成される。

【0100】そして、ステップS60では上記のデータ変換によって生成された層形状、彩色情報に従って駆動制御部12がXY方向駆動部13に駆動指令を与えることによりノズルヘッド35を所定方向に移動させるとともに、その移動に伴って各吐出ノズルからのインクまたは樹脂の吐出を適宜に行わせる。

【0101】三次元造形物の造形時には造形用となる樹脂が吐出される。そして、彩色の必要な部分の造形時には、造形用樹脂の吐出に伴って造形対象物から導かれた彩色情報に基づいてY、M、C、Wのそれぞれのインクをさらに吐出することにより、三次元造形物42にカラー着色を行う。

【0102】また、オーバーハング形状を有する場合にはオーバーハング部を支持するオーバーハング支持部43を造形するために支持部用樹脂を吐出する。

【0103】ステージ20上に付着する樹脂は自然放熱又はステージ20の内部側に設けられた図示しない冷却手段によって冷却されて溶融状態から固体に変化して硬化する。

【0104】このようにしてステップS60において三次元造形物の一層分の断面体である層体の造形が行われるのである。

【0105】そして、一層分の造形が終了するとステップS7に進んで、駆動制御部12が三次元造形物の造形が完了したかどうかを判断し、「NO」と判断された場合はステップS4からの処理を繰り返し、「YES」と判断された場合は造形動作は終了する。

【0106】このようにして得られる三次元造形物42を図16および図17に示す。図16および図17において（a）は三次元造形物42の断面を示したものであり、（b）は（a）におけるA部分を拡大表示したものである。

【0107】まず、図16（b）において、三次元造形物42の表面側付近42aには斜線領域で示すようにY、M、C、Wのインクによって彩色が施されるととも

に、内部側42bは造形用の樹脂によって造形が行われる。

【0108】図16では三次元造形物42がオーバーハング形状を有する場合にそのオーバーハング部の裏面側にも着色用のインクが吐出されている。このような三次元造形物42を造形するためには、オーバーハング部に相当する層体の造形を行う際にノズルヘッド35を2回走査させることが必要になる。1回目のXY平面を走査する際には三次元造形物42の表面側付近においてインクのみを吐出し、2回目のXY平面を走査する際には造形用の樹脂を吐出して造形を行うとともに表面側付近においてはインクの吐出をも行い彩色を施すのである。このような2回走査を行うと、オーバーハング形状を有する三次元造形物42のオーバーハング部の裏面側にも彩色を施すことが可能になる。このため、造形対象物に忠実な彩色を再現することができ、質の高い三次元造形物42を得ることができる。

【0109】次に、図17(b)においても同様に、三次元造形物42の表面側付近42aには斜線領域で示すようにY、M、C、Wのインクによって彩色が施されるときともに、内部側42bは造形用の樹脂によって造形が行われる。

【0110】ところが、図17では三次元造形物42がオーバーハング形状を有する場合であってもそのオーバーハング部の裏面側には着色用のインクが吐出されていない。一般的には三次元造形物42のオーバーハング部の裏面側には着色が施されていなくとも問題となることは少ない。また、オーバーハング部の裏面側に彩色を行わない場合には、1層分の層体を造形するのにノズルヘッド35を1回の走査で造形を行うことが可能である。したがって、三次元造形物42の裏面側への着色を行わない場合には、裏面側への着色をも行う場合に比べて造形効率が向上する。

【0111】このように、この実施の形態における三次元造形装置30のような構成とすることにより、造形過程において短時間かつ低コストで三次元造形物42に対する彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することが可能になる。

【0112】なお、図16(b)および図17(b)において、インクによる彩色が施される領域が三次元造形物42の表面だけでなく、若干内部側領域まで及んでいるのは、厳密に表面だけを彩色することはノズルヘッド35の移動量と各インクの吐出タイミングとに対する高精度な制御が必要であるため、断面データにおいて彩色情報を所定幅だけ内部側までオフセットさせているからである。

【0113】また、図16、図17においては三次元造形物42の表面側に彩色部分が存在する場合について示しているが、造形用ノズルと着色用ノズルとを備える構

成とすることで、三次元造形物42の表面側のみならずいかなる部分についても彩色可能となる。

【0114】一方、三次元造形物42がオーバーハング形状を有する場合には、図15に示すフローチャートが終了したときにはオーバーハング支持部43が一体となって造形されている。このため、造形完了後、三次元造形物42を支持部用樹脂の融点よりも高く、かつ、造形用樹脂の融点よりも低い温度下に置くことでオーバーハング支持部43のみを溶解させて取り除く。このように支持部用樹脂を使用することによって造形対象物が複雑な形状であってもその三次元造形物を生成することができるのである。

【0115】＜2-3. 彩色について＞次に、この実施形態における造形過程での彩色について説明する。この実施形態では、三次元造形物42の造形用として樹脂を使用するとともに、その彩色部分にY、M、C、Wの4色のインクを吐出していくことによって三次元造形物42の造形過程での彩色を行っている。

【0116】着色用ノズルとして機能する吐出ノズル35a～35dのうち、吐出ノズル35a～35cのそれぞれからは減色混合によって異なる色成分を表現することができるY、M、Cの各色成分のインクが吐出される一方、吐出ノズル35dからはホワイトのインクが吐出される。また、造形用ノズルとして機能する吐出ノズル36aからは三次元造形物42の造形用となる無着色等の樹脂が吐出される。

【0117】このように吐出ノズル36aから吐出される三次元造形物42の造形用として無着色等の樹脂を使用することにより三次元造形物42の立体形状を造形することができるとともに、各吐出ノズル35a～35dから吐出される微小なインクの液滴の集合によってその三次元造形物42に混色あるいは色の階調を表現することができる。

【0118】一般に、彩色を行うためにはY、M、Cの三原色のインクを混色すればよいが、色の濃淡を表現するためには三原色に加えて白色のインクを吐出し混色することが有効となる。このため、この実施形態ではY、M、Cの3色のインクに加えてWのインクを使用するのである。しかしながら、第1の実施の形態で説明したように吐出ノズル36aから吐出される造形用樹脂として白色の樹脂を使用する場合には、特にWのインクを使用する必要はない。なぜなら、この実施形態では造形用樹脂を基材としてその樹脂に対してインクを吐出して着色するように構成されているため、基材となる樹脂の白色を利用すれば白色インクは必要でないからである。

【0119】そして、Y、M、C、Wの各色成分のインクをステージ20上に吐出される造形用樹脂に対して付着させていくことにより、三次元造形物42に対して適切な彩色を施すことが可能になる。

【0120】なお、この実施形態において三次元造形物

42に彩色を施す際の各インクの吐出形態は、第1の実施の形態と同様である。すなわち、図5ないし図8の各図はこの実施形態における各インクの吐出形態を示しており、その詳細は第1の実施の形態におけるものと同様であるのでここではその説明を省略する。

【0121】このように三次元造形物42の彩色部分を造形する際に使用する材料としてY、M、C、Wのインクを使用するとともに、三次元造形物42の造形用の材料として所定の造形用樹脂を使用することにより、造形過程において三次元造形物に造形対象物に対応した彩色を施していくことができるのである。また、Wのインクを使用することにより、色の濃淡や階調を三次元造形物42に対して容易かつ鮮明に再現することが可能になる。また、造形用樹脂として白色の樹脂を使用すれば、インクの色成分からW成分を除くことができるため、Wのインクを使用する場合に比べてノズルヘッド35の構成を簡単にすることができるとともに、上記と同様の効果が得られる。

【0122】なお、吐出ノズル35a~35cから吐出されるインクはそれぞれ他の色成分（例えば、R（赤）、G（緑）、B（青）等）のインクであってもよいが、Y、M、Cの三原色のインクを使用してこれらを混合することにより、三次元造形物42に中間色等の全ての色成分について彩色することができるという効果がある。

【0123】さらに、三次元造形物42の彩色部分に黒色を再現する場合には、Y、M、Cの三色を吐出することで黒色を表現することができるが、より鮮明な黒色を再現するために別途黒色のインクを吐出するための吐出ノズルを設けてもよい。

【0124】＜2-4. ノズルヘッドの構成＞次に、この三次元造形装置30におけるノズルヘッド35の構成例について説明する。

【0125】ノズルヘッド35における各吐出ノズル35a~35d、36a、36bはそれぞれに圧電アクチュエータ等の圧力発生手段が設けられており、当該圧力発生手段によってノズル内部に供給されるインクまたは熔融状態の樹脂に対して一定の圧力が付与されてノズル先端部から液滴状のインクまたは樹脂が吐出されるように構成されている。

【0126】このような構成にすることにより、駆動制御部12が各吐出ノズル35a~35d、36a、36bの圧力発生手段を独立に駆動制御することが可能になり、それによって各色のインクや樹脂の吐出を個別に制御することができるのである。

【0127】また、このようにノズルヘッド35に設けられる各吐出ノズルが個別に制御可能であることから、ノズルヘッド35の構成例についてもいくつかの実施例が考えられる。

【0128】まず第1に、上記のように個別に制御可能

なノズルヘッド35では、図14に示すような複数の吐出ノズル35a~35d、36a、36bが直線状に配置されたノズルユニットをさらに複数個並設することが考えられる。

【0129】図18は、三次元造形物に彩色を施すためのノズルヘッド35の構成の一例を示す図であり、図18(a)は三原色および白色の4種類のインクを吐出するとともに、造形用の樹脂と支持部用樹脂との2種類の樹脂を吐出する構成例を示しており、(b)はこれに加えて黒色のインクを吐出する構成例を示しており、

(c)は造形用樹脂として白色の樹脂を使用し、インクの色をY、M、C以外のB、G、Rと黒色との4色を使用する構成例を示している。なお、Yはイエローのインク、Mはマゼンタのインク、Cはシアン色のインク、Wはホワイトのインク、Paは造形用樹脂、Pbは支持部用樹脂、Kは黒色のインク、Bは青のインク、Gは緑のインク、Rは赤のインク、Pは白色の樹脂をそれぞれ吐出するための吐出ノズルである。

【0130】図18に示すように着色用ノズルである複数の吐出ノズル35a~35hが直線状に配置されたものがY方向に2列に設けられており、さらにこのインク用の吐出ノズル35a~35hのX方向側には造形用樹脂と支持部用樹脂との吐出ノズル36a~36cが設けられて1つのノズルユニット37を構成している。そして、このノズルユニット37をY方向に複数個並設することによって複数の吐出ノズルをマトリクス状に配置することができ、それによって効率よく、かつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。例えば、このノズルヘッド35をX方向に移動させると、ノズルヘッド35のY方向の幅を1走査分として同時に造形および彩色することができるため、効率よく造形と彩色とを行うことができ、造形時間の短縮化を図ることが可能になる。

【0131】一般的に樹脂とインクとの粘度を比較するとインクの粘度の方が低いため、インクを液滴として吐出させるための圧力発生手段は樹脂を液滴として吐出させる圧力発生手段よりも小規模で構成することができる。つまり、インク用の吐出ノズル35a~35hは樹脂用の吐出ノズル36a~36cよりも小規模に構成することができ、その結果、インク用の吐出ノズル35a~35hのノズル径を樹脂用のノズル径よりも小さくすることができるのである。

【0132】そこで、この実施形態では、図18(a)~(c)に示すように着色用ノズルの吐出ノズル35a~35hのノズル径が造形用ノズルである吐出ノズル36a~36cに比べて小さくなるように構成する。このような構成とすることにより、インクが吐出される際の液滴を樹脂の液滴に比べて小さくすることができ、三次元造形物42に対して高精細な彩色を行うことが可能になる。

【0133】なお、図18(a)~(c)においては吐

出ノズル35a~35hのノズル径は吐出ノズル36a~36cノズル径の約1/2となっているが、これに限定されるものではなくインクと樹脂との粘度に基づいて任意のノズル径を採用してもよいことは明らかである。

【0134】そして、これら各吐出ノズルの軸（すなわち吐出方向）はそれぞれ平行になるように配置されており、ノズルヘッド35の吐出ノズル36aから造形用樹脂を吐出し、ノズルヘッド35がさらにX方向に移動していく過程において着色用ノズルである各吐出ノズル35a~35dからそれぞれ所定のタイミングでインクを吐出することにより、ステージ20上において樹脂に着色が行われる。つまり、ノズルヘッド35のX方向またはY方向への移動タイミングに合わせて駆動制御部12が時系列的にインクと樹脂とを吐出させることで造形と彩色とを造形過程において同時に行うことができるのである。

【0135】なお、図18(c)においては支持部用樹脂を吐出する吐出ノズルが設けられていないが、オーバーハング形状に対応しないような三次元造形装置の場合には支持部用樹脂の吐出ノズルは設ける必要はない。

【0136】次に第2に、上記のように個別に制御可能なノズルヘッド35では、造形用の樹脂を吐出する吐出ノズル36aの周囲にインクを吐出する吐出ノズル35a~35dを配置することも考えられる。

【0137】図19はこのような配置構成の概念を示す図であり、(a)は側方からみた概念図であり、(b)は上方からみた概念図である。図19(b)に示すように吐出ノズル35a~35dは造形用樹脂の吐出ノズル36aの周囲に同心円状に配置されており、図19

(a)に示すようにインク用の各吐出ノズル35a~35dの各軸（吐出方向）を造形用樹脂の吐出ノズル36aの軸と交差するように配置することで、吐出ノズル36aから吐出される樹脂に対してインクによる着色を行うことができ、それによって造形過程において彩色を同時に行っていくことが可能になる。なお、図19においては吐出ノズル35a~35dの各軸と吐出ノズル36aの軸とが交差する位置はステージ20の造形面若しくは既にステージ20上に形成されている層体の上端面である。

【0138】また、図20は図19の構成を若干変形したものであり、(a)は側方からみた概念図であり、

(b)は上方からみた概念図である。図20(b)に示すように吐出ノズル35a~35dは造形用樹脂の吐出ノズル36aの周囲に同心円状に配置されている点、および、図20(a)に示すようにインク用の各吐出ノズル35a~35dの各軸と吐出ノズル36aの軸とが交差するように配置されている点は図19に示す構成と同様であるが、各軸の交差する位置が異なり、図20の構成では各吐出ノズルの軸が交差する位置は、ステージ20若しくはステージ20上に形成された層体と吐出ノズ

ルとの空間内に規定されている。つまり、吐出ノズル36aから造形用樹脂が吐出されるとその樹脂がステージ20上若しくは層体上に着弾する前にインクによる着色が施されるのである。この図20のような構成とすることにより、各吐出ノズルと樹脂の着弾位置との高さ寸法の制限を無くすることが可能になる。

【0139】図19の構成では、各吐出ノズルの軸の交差する位置は樹脂による着弾位置（造形位置）と一致しているため、一層分の層体を形成するごとにその層体の厚さ分だけステージ20を下降させていく必要がある。これに対して図20の構成では、吐出ノズル36aから吐出された樹脂は飛翔中にインク液滴が付着することによって着色され、その後に造形位置に着弾するように構成されるので、着弾位置は各吐出ノズルの軸の交差する位置よりも下方でありさえすれば問題はないため、一層分の層体を形成するごとにその層体の厚さ分だけステージ20を下降させていく必要がなくなるのである。

【0140】なお、図19および図20の構成例でも、上記と同様にインク用の吐出ノズル35a~35dのノズル径が樹脂用の吐出ノズル36aに比べて小さくなるように構成することが好ましい。このような構成とすることにより、インクが吐出される際の液滴を樹脂の液滴に比べて小さくすることができ、三次元造形物42に対して高精細な彩色を行うことが可能になる。

【0141】そして、図19または図20のように構成された吐出ノズル35a~35d、36aを1つのノズルユニット37としたときに、このノズルユニット37を図21に示すように複数個配置することで、効率よくかつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。なお、図21(a)は図19または図20のノズルユニット37をY方向に直線状に配置したノズルヘッド35の例を示しており、図21(b)はXY平面内に配置したノズルヘッド35の例を示している。図21(a)の構成のノズルヘッド35をX方向に走査することで造形の隙間が生じる場合には、図21(b)の構成を採用すればよい。

【0142】＜3. 特徴的作用効果＞上記各実施形態においては、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を複数の材料を吐出することによって形成し、そのような層体を順次積層していくことで造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置10、30について説明した。

【0143】そして、三次元造形装置10、30は、三次元造形を行う際に吐出する複数の材料として、白色の材料と白色以外の複数色の材料とを使用することで、短時間かつ低コストで三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することが可能になる。

【0144】そして、第1の実施の形態では、白色の材料および白色以外の複数色の材料として、いずれも樹脂

を使用する形態について示しており、この場合、上記複数の材料は、白色の樹脂を含むそれぞれ異なる色成分に着色された複数の樹脂である。このため、造形過程において三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、容易かつ鮮明に色の濃淡や階調を再現することが可能になる。

【0145】また、白色の樹脂以外の複数の樹脂のうちに黒色の樹脂を含むことで、三次元造形物に対して鮮明な黒色を再現することが可能になる。

【0146】また、白色の樹脂または白色と黒色の樹脂以外の複数の樹脂のうちに、イエローに着色された樹脂とシアンに着色された樹脂とマゼンタに着色された樹脂とを含むことで、これらの樹脂を混色すれば三次元造形物において全ての色成分を表現することが可能になる。

【0147】一方、第2の実施の形態では、白色の材料および白色以外の複数色の材料として、造形用樹脂と着色用インクとを使用し、造形用樹脂または着色用インクのいずれか一方に白色を含む形態について示した。そして、造形用の樹脂と白色を含むそれぞれ異なる色成分の複数色のインクとを個別に吐出して三次元造形物の造形を行うことによって、造形過程において三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、容易かつ鮮明に色の濃淡や階調を再現することが可能になる。

【0148】そして、複数色のインクのうちに黒色のインクを含むことで、三次元造形物に対して鮮明な黒色を再現することが可能になる。

【0149】また、複数のインクのうちに、イエローのインクとシアンのインクとマゼンタのインクとを含むことで、これらのインクを混色すれば三次元造形物において全ての色成分を表現することが可能になる。

【0150】＜4. 変形例＞以上、この発明に係る三次元造形装置および三次元造形方法についての一実施形態を詳細に説明したが、この発明は上記説明したものに限定されるものではない。

【0151】例えば、上記説明においてはノズルヘッド15、35をステージ20に対して相対的に移動させるために、ノズルヘッド15、35はXY平面内を移動し、積層厚さ方向すなわちZ方向の移動は三次元造形物を載せるステージ20を昇降移動させることによって行う例を示した。しかしながら、これに限定されるものではなく、ステージ20が固定でノズルヘッド15、35がXYZ空間内を移動するように構成してもよい。ただし、ノズルヘッド15、35のステージ20に対する相対的位置関係を高精度かつ高効率で制御することを望む場合には、それぞれの移動軸を別途に独立して設けることが好ましい。

【0152】また、ノズルヘッド15、35の構成も上述の内容に限定されるものではない。例えば、図9に示したノズルヘッド15の配置構成を図22に示すような変形例で実現することも可能である。すなわち、Yを吐

出するために複数の吐出ノズル15aがX方向に1列に配列されたノズルアレイ17aを構成しており、同様に、M、C、W、Sをそれぞれに吐出するための複数の吐出ノズル15b～15eもそれぞれの材料ごとにX方向に1列に配列されてノズルアレイ17b～17eを構成している。そして、これら複数のノズルアレイ17a～17eは長手方向（X方向）に1列状に配置されている。このような構成によって造形を行う際には、Y方向を主走査方向およびX方向を副走査方向として、主走査方向への1行走査ごとに、副走査方向に各ノズルアレイの長手方向幅分だけシフトさせていくのである。したがって、図22のように構成すると、主走査方向に5行分の走査を行った時点で1行目の造形が完了するのである。

【0153】また、上記説明のように、一層ごとの造形に伴ってステージ20を移動（下降）させていく場合には、積層厚さ方向の造形精度を向上させるために、前回積層した層体の高さ寸法を光電型センサ等の距離計測手段で計測し、それによって次に積層する層体の高さ寸法を予測してその高さ位置までステージ20を移動させるように構成することがより好ましい。

【0154】また、上記説明は造形面がXY平面に平行である場合（つまり水平である場合）についてのものではあったが、造形面は特に水平面である必要はない。

【0155】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明に係る三次元造形装置によれば、造形の際に吐出する複数の材料が、白色の材料と白色以外の複数色の材料とを含むため、短時間かつ低コストで三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することが可能になる。

【0156】請求項2の発明に係る三次元造形装置によれば、複数の材料が白色の樹脂を含むそれぞれ異なる色成分に着色された複数の樹脂であるため、造形過程において三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、容易かつ鮮明に色の濃淡や階調を再現することが可能になる。

【0157】請求項3の発明に係る三次元造形装置によれば、複数の樹脂が黒色の樹脂を含むため、三次元造形物に対して鮮明な黒色を再現することが可能になる。

【0158】請求項4の発明に係る三次元造形装置によれば、複数の樹脂がイエローに着色された樹脂とシアンに着色された樹脂とマゼンタに着色された樹脂とを含むため、造形過程においてこれらの樹脂を混色していくことで三次元造形物に対して全ての色成分を表現することが可能になる。

【0159】請求項5の発明に係る三次元造形装置によれば、複数の材料が造形用の樹脂と白色を含むそれぞれ異なる色成分で構成される複数色のインクとを含むた

め、造形過程において三次元造形物に対する彩色を行うことができるとともに、容易かつ鮮明に色の濃淡や階調を再現することが可能になる。

【0160】請求項6の発明に係る三次元造形装置によれば、複数色のインクが黒色のインクを含むため、三次元造形物に対して鮮明な黒色を再現することが可能になる。

【0161】請求項7の発明に係る三次元造形装置によれば、複数色のインクがイエローのインクとシアン
10 インクとマゼンタのインクとを含むため、造形過程においてこれらのインクを混色していくことで三次元造形物に対して全ての色成分を表現することが可能になる。

【0162】請求項8の発明に係る三次元造形方法によれば、白色の材料と白色以外の複数色の材料とを含む複数の材料を個別に吐出する吐出ノズルと複数の材料を順次積層していくステージとを、相対的に移動させつつ、彩色情報に基づいて前記吐出ノズルから複数の材料を吐出させるため、造形過程において三次元造形物に彩色を行うことができるとともに、色の濃淡や階調を三次元造形物に対して容易かつ鮮明に再現することが可能にな
20 る。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における三次元造形装置を示す概略図である。

【図2】第1の実施の形態における三次元造形装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図3】断面データの一例を示す図である。

【図4】第1の実施の形態において得られる三次元造形物
を示す図である。

【図5】シアンについての階調表現の一例を示す図であ
30 る。

【図6】淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。

【図7】彩色の一例を示す図である。

【図8】着色された樹脂等の吐出パターンを変化させる例を示す図である。

【図9】第1の実施の形態におけるノズルヘッドの構成の一例を示す図である。

【図10】第1の実施の形態における同心円状に配置された複数の吐出ノズルの構成の概念を示す図である。
40

【図11】第1の実施の形態におけるノズルヘッドの構成の一例を示す図である。

【図12】分割ステージの動作を示す図である。

【図13】分割ステージを利用する場合の断面データの一例を示す図である。

【図14】第2の実施の形態における三次元造形装置を示す概略図である。

【図15】第2の実施の形態における三次元造形装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図16】第2の実施の形態において得られる三次元造形物
を示す図である。

【図17】第2の実施の形態において得られる三次元造形物
を示す図である。

【図18】第2の実施の形態におけるノズルヘッドの構成の一例を示す図である。

【図19】第2の実施の形態における同心円状に配置された複数の吐出ノズルの一構成の概念を示す図である。

【図20】第2の実施の形態における同心円状に配置された複数の吐出ノズルの一構成の概念を示す図である。

【図21】第2の実施の形態におけるノズルヘッドの構成の一例を示す図である。

【図22】図9のノズルヘッドの構成の変形例を示す図である。

【図23】従来の三次元造形装置を示す概略図である。

【符号の説明】

10, 30 三次元造形装置

11 コンピュータ

12 駆動制御部

13 XY方向駆動部

14 Z方向駆動部

15, 35 ノズルヘッド

15a~15e, 35a~35d, 36a, 36b 吐出ノズル

18, 38 タンク部

19, 39 熔融部

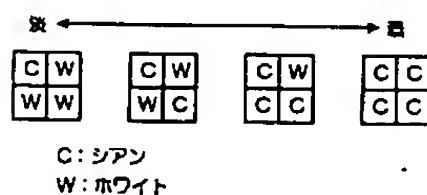
20 ステージ

20a 分割ステージ

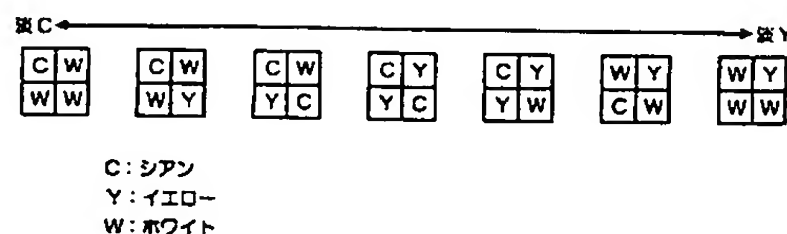
21, 42 三次元造形物

22, 43 オーバーハング支持部

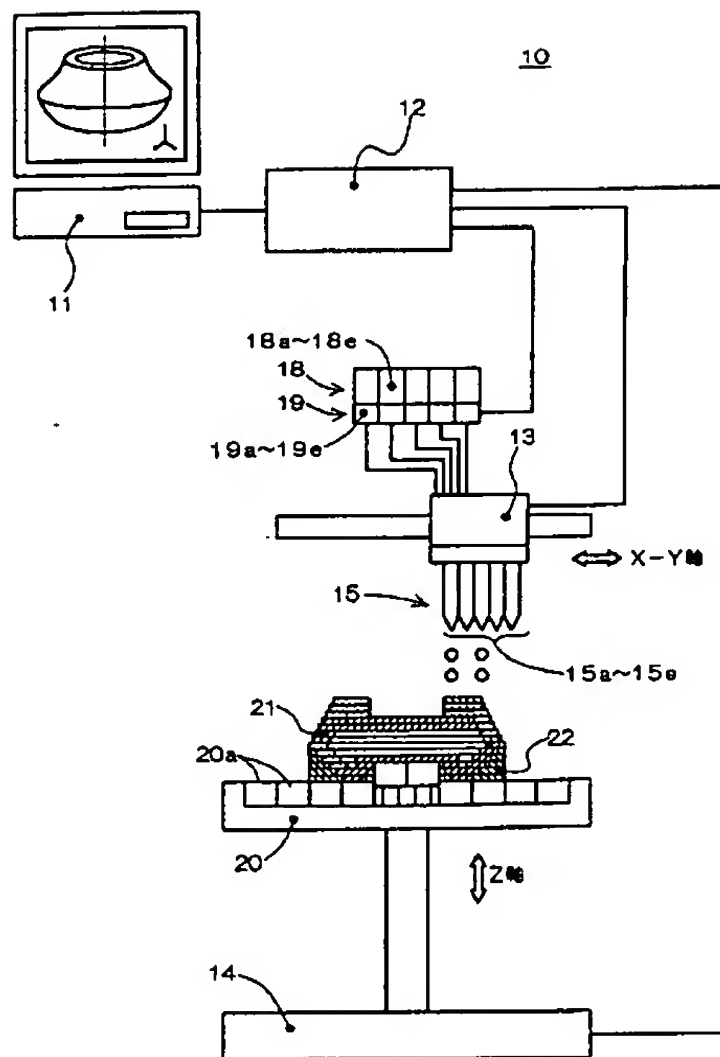
【図5】



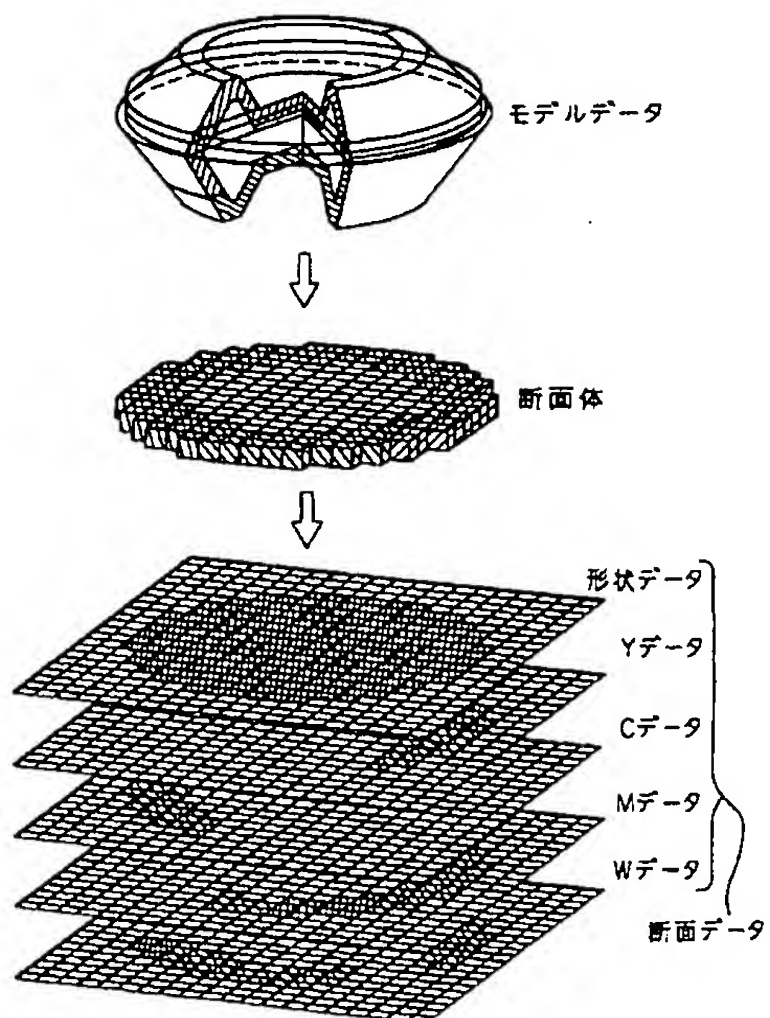
【図6】



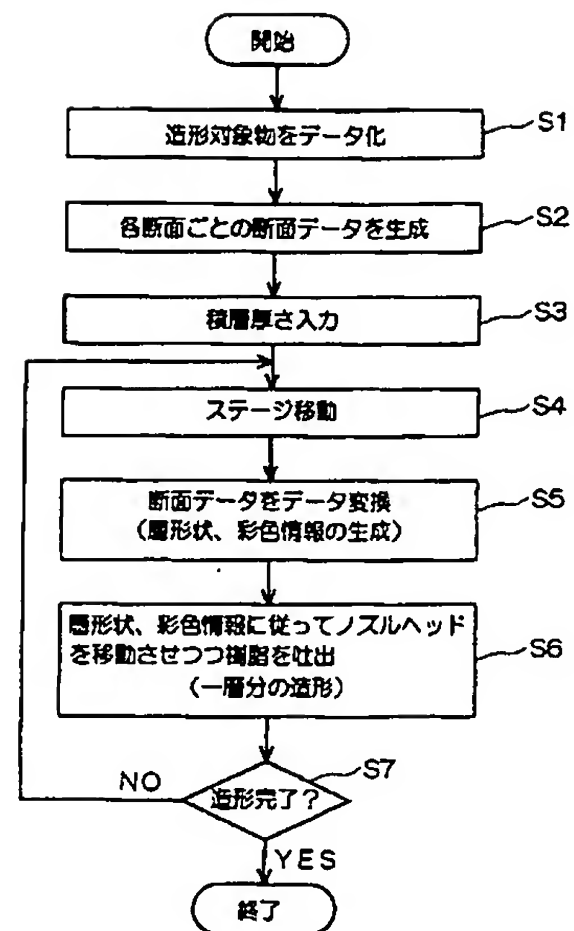
【図 1】



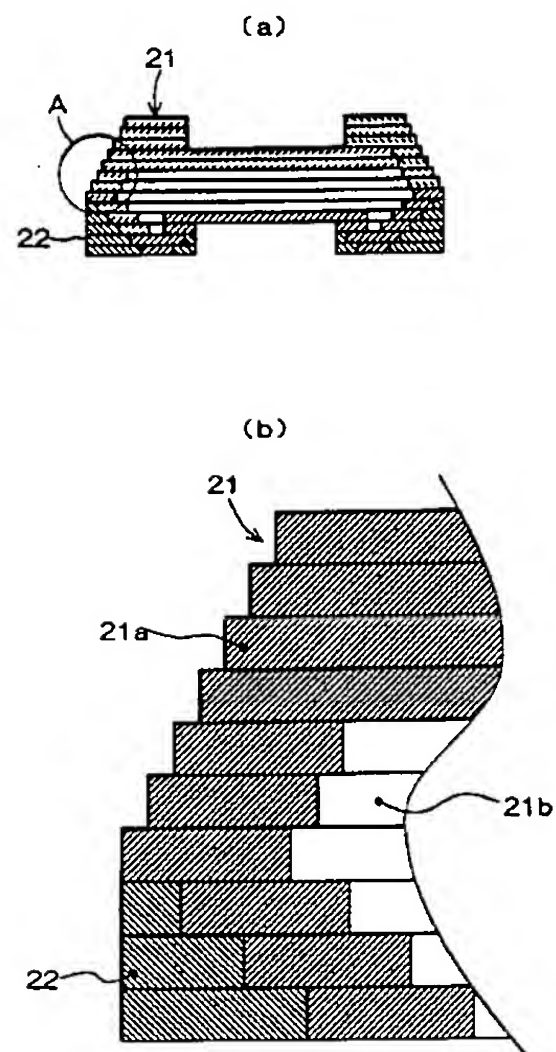
【図 3】



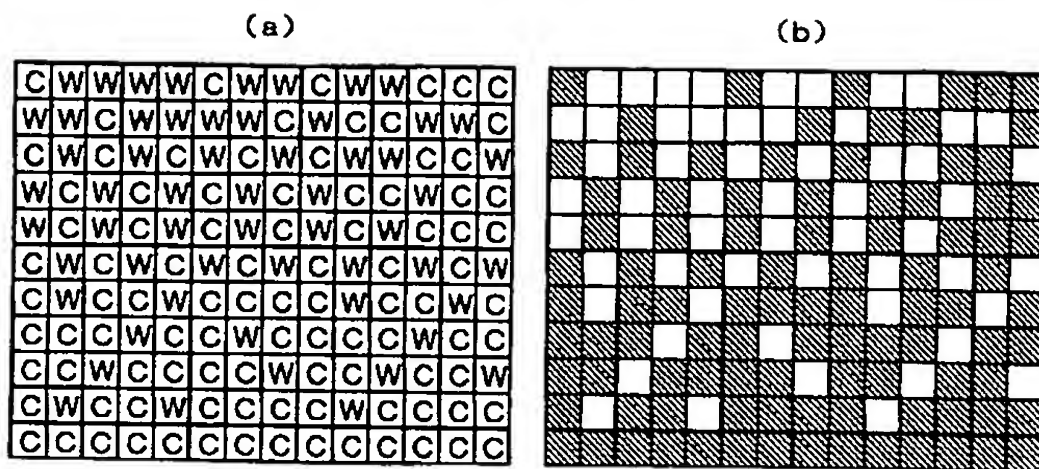
【図 2】



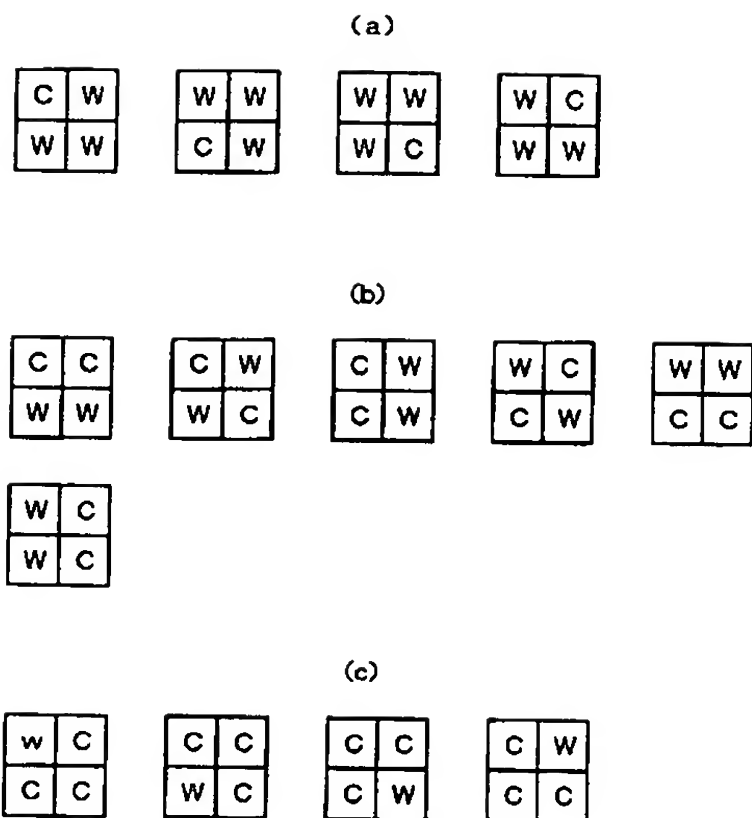
【図 4】



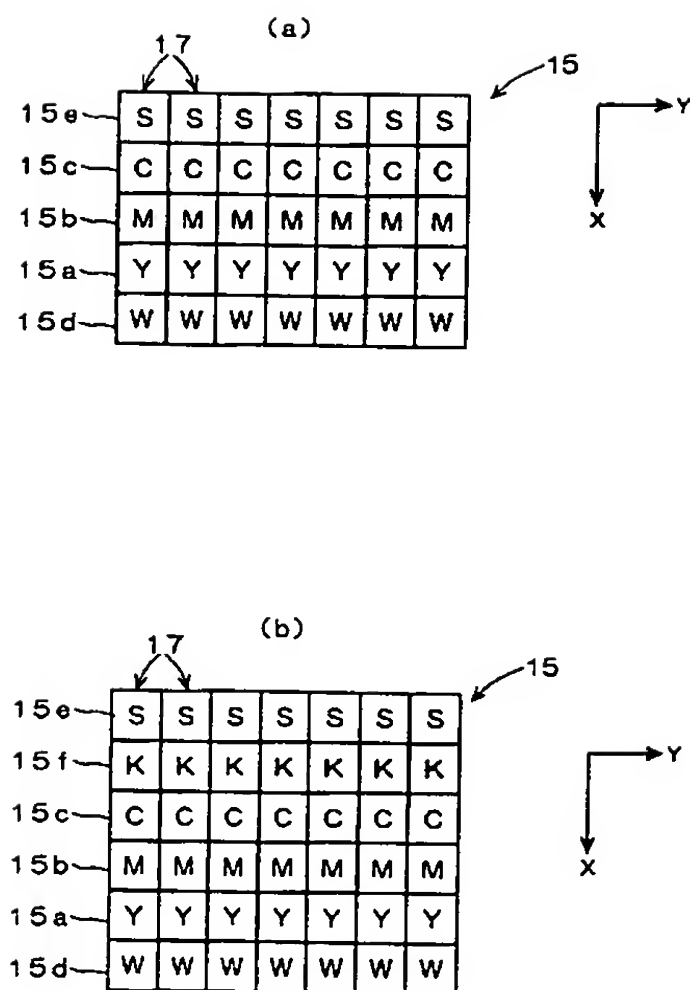
【図7】



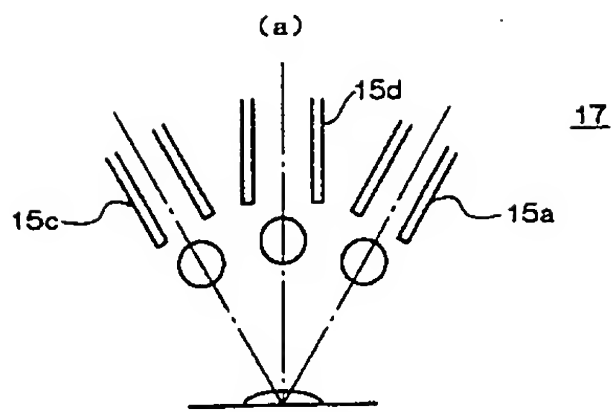
【図8】



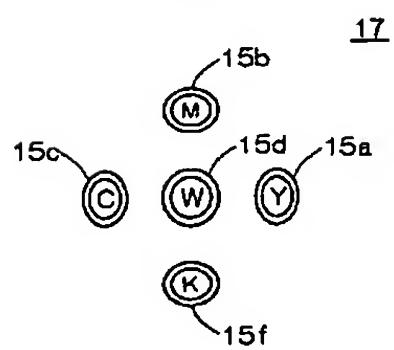
【図9】



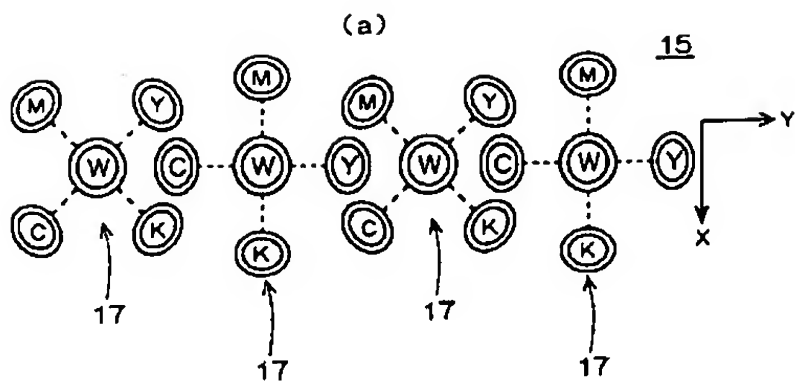
【図 10】



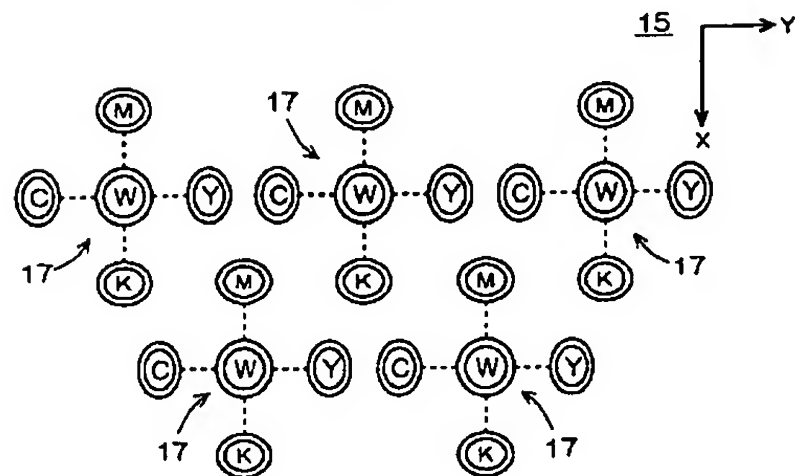
(b)



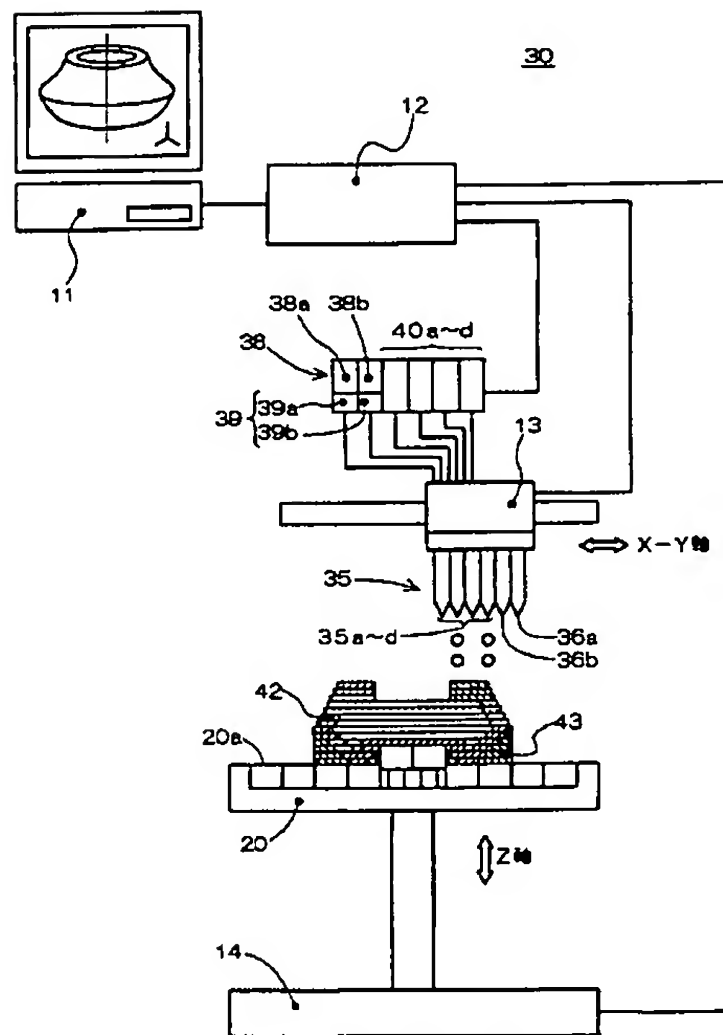
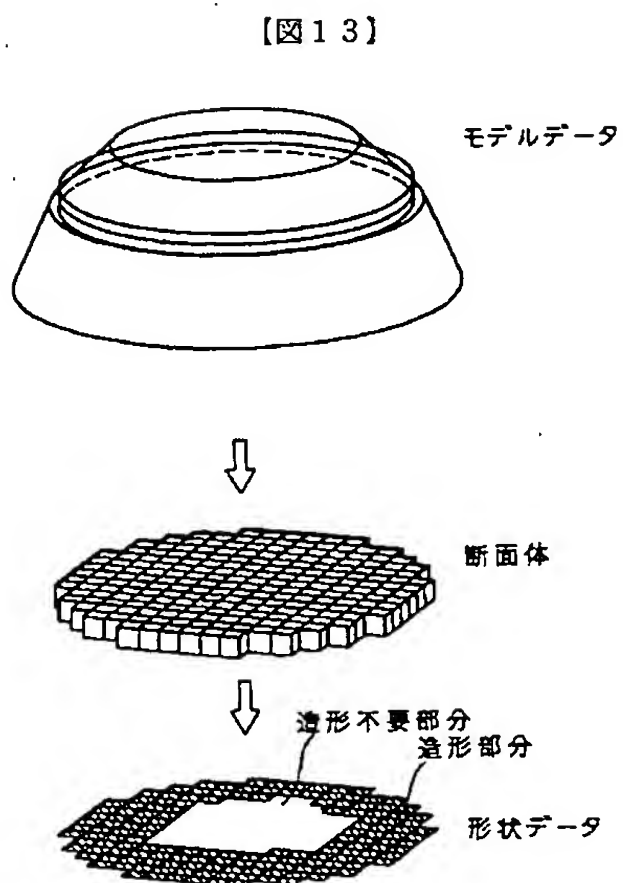
【図 11】



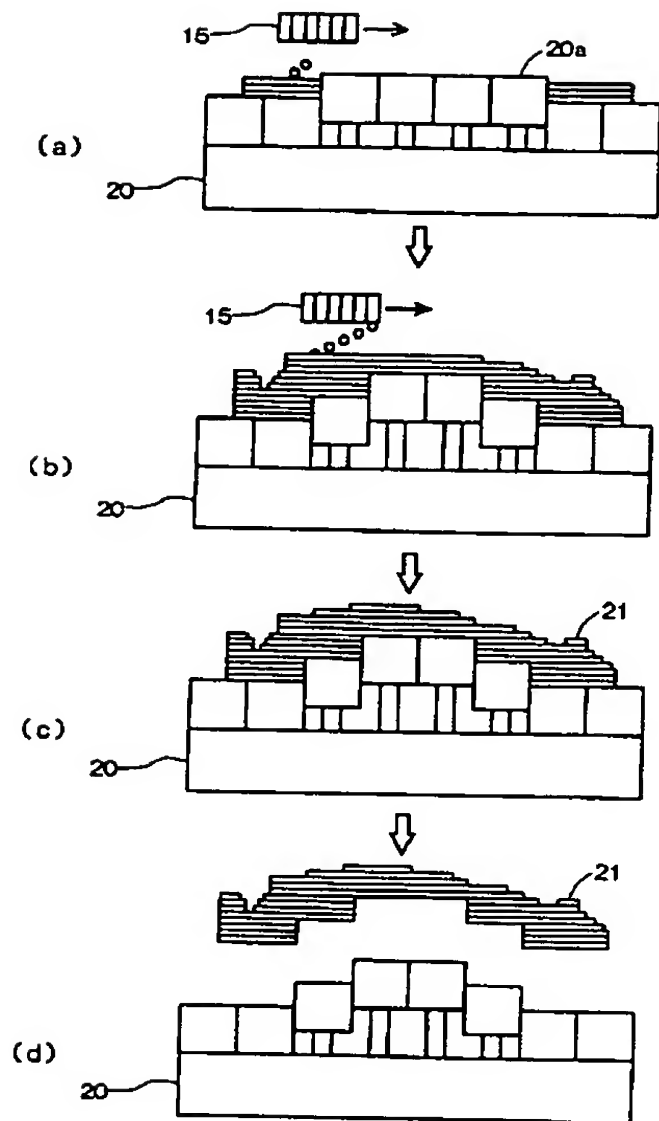
(b)



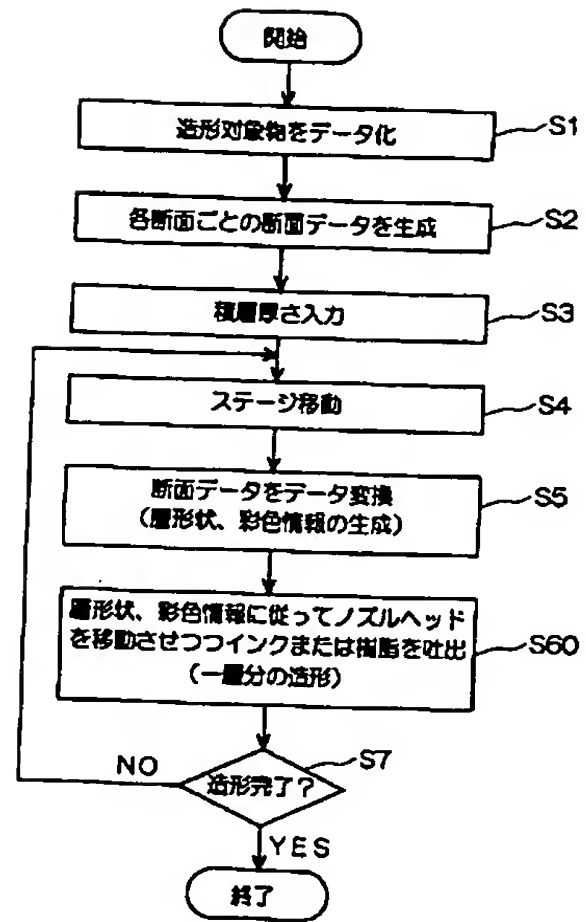
【図 14】



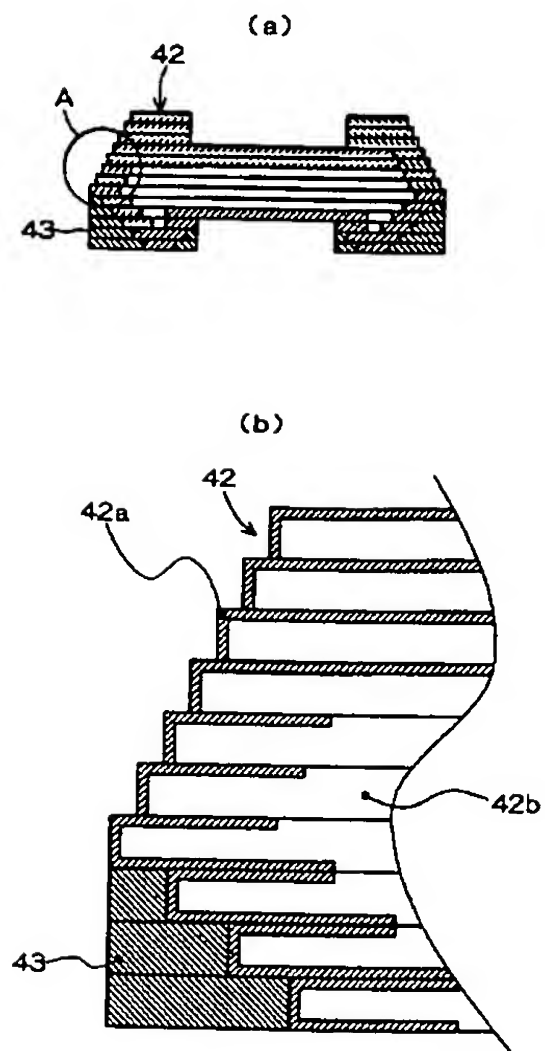
【図12】



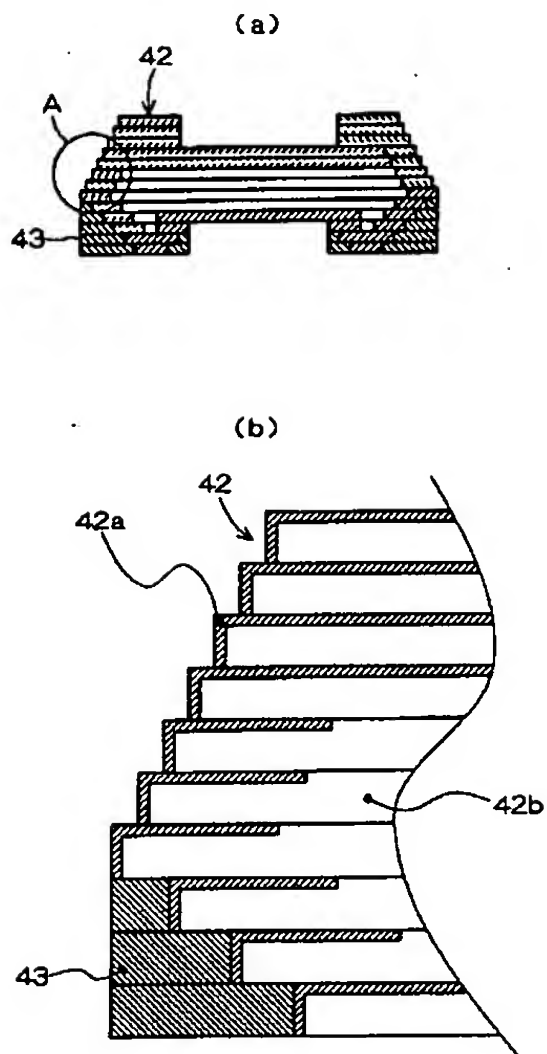
【図15】



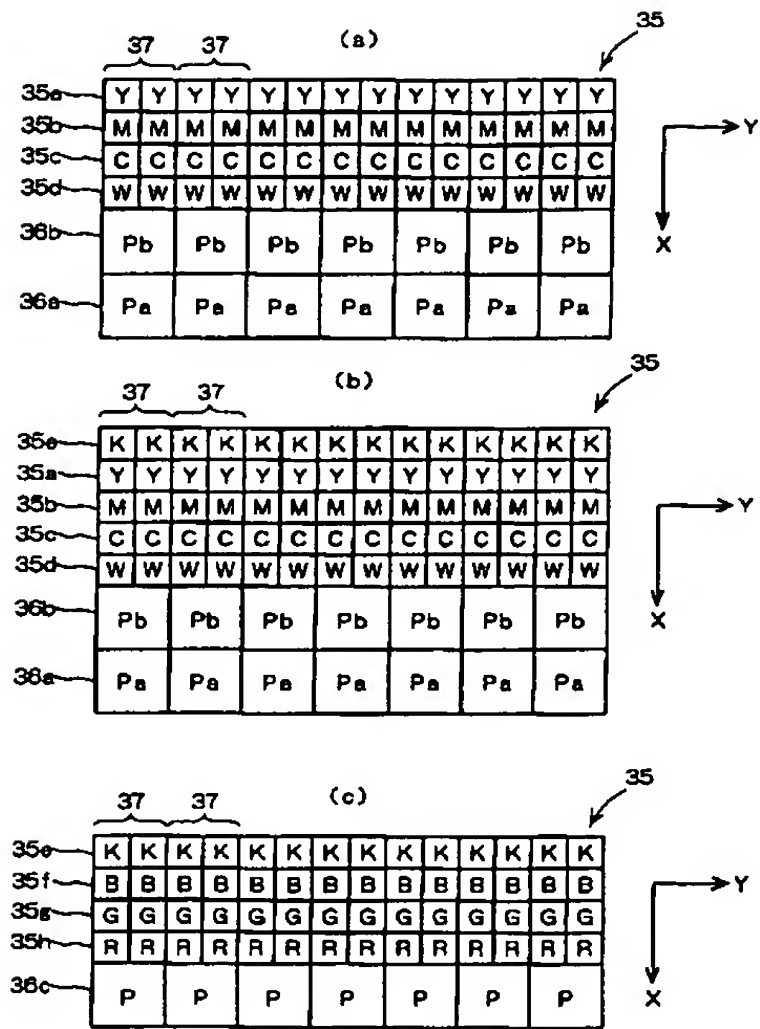
【図16】



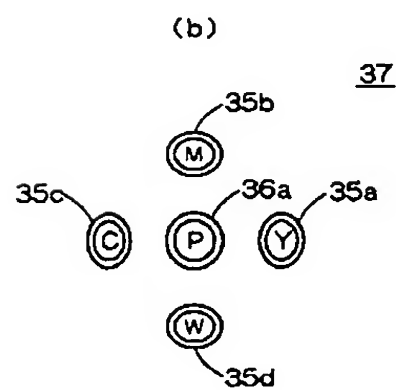
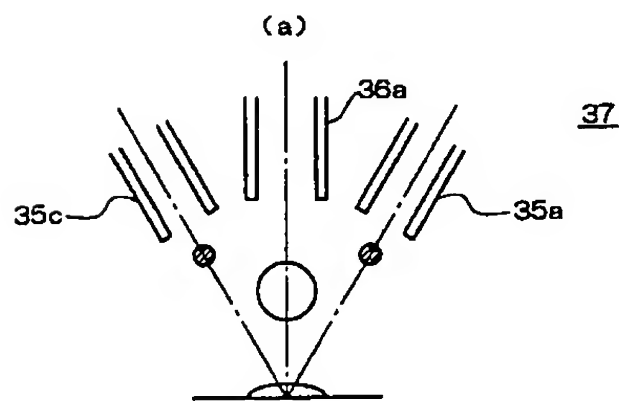
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【図 2 3】

